

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G01M 10/00

G01J 9/00

G02B 27/00



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510031463.5

[43] 公开日 2005年9月28日

[11] 公开号 CN 1673707A

[22] 申请日 2005.4.20

[21] 申请号 200510031463.5

[71] 申请人 中国人民解放军国防科学技术大学  
地址 410073 湖南省长沙市砚瓦池正街47号  
国防科大光电科学与工程学院

[72] 发明人 李文煜 姜宗福 杨华峰

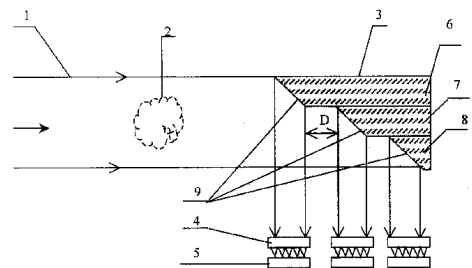
[74] 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所  
代理人 赵洪

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

[54] 发明名称 大口径线阵哈特曼波前传感器

[57] 摘要

本发明公开了一种大口径线阵哈特曼波前传感器，旨在提供一种不使用大口径激光扩束望远镜、光路调试方便、配置灵活、空间分辨率高、加工工艺性好、制造成本低的大口径线阵哈特曼波前传感器；包括柱面微透镜阵列和线阵 CCD 探测器，在柱面微透镜阵列前设置有将大口径探测光束分束的阶梯形分束反射器，该阶梯形分束反射器由二个或二个以上的平面反射镜组块粘接而成，每一平面反射镜组块有一个端面为平面反射面，二个或二个以上的平面反射面组成阶梯形反射面，柱面微透镜阵列和线阵 CCD 探测器的数量与平面反射镜组块的数量相同，线阵 CCD 探测器平行设置于柱面微透镜阵列之后，各线阵 CCD 探测器与同步驱动电路相连接。



ISSN 1008-4274

1、一种大口径线阵哈特曼波前传感器，包括柱面微透镜阵列和线阵 CCD 探测器，其特征在于在柱面微透镜阵列前设置有将大口径探测光束分束的阶梯形分束反射器，该阶梯形分束反射器由二个或二个以上的平面反射镜组块粘接而成，所述的每一平面反射镜组块有一个端面为平面反射面，二个或二个以上的平面反射面组成阶梯形反射面，所述的柱面微透镜阵列和线阵 CCD 探测器的数量与平面反射镜组块的数量相同，线阵 CCD 探测器平行设置于柱面微透镜阵列之后。

2、根据权利要求 1 所述的大口径线阵哈特曼波前传感器，其特征在于所述的平面反射面为  $45^{\circ}$  反射面，该  $45^{\circ}$  反射面与柱面微透镜阵列和线阵 CCD 探测器的光轴成  $45^{\circ}$  夹角。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的大口径线阵哈特曼波前传感器，其特征在于所述的各线阵 CCD 探测器与同步驱动电路相连接。

4、根据权利要求 3 所述的大口径线阵哈特曼波前传感器，其特征在于所述的同步驱动电路是由外部通用时钟产生电路产生的输出驱动时钟及输出极置位通过电路并联连接而成，对每个线阵 CCD 探测器产生相同的同步驱动信号。

5、根据权利要求 4 所述的大口径线阵哈特曼波前传感器，其特征在于所述的线阵 CCD 探测器采用 Dalsa IL-P3-B 线阵 CCD 图象传感器，象元为 512, 1024, 2048；所述的柱面微透镜阵列列阵数：28×1，每个柱面微透镜子孔径尺寸：602 $\mu\text{m}$ ×3mm，覆盖 21 个 CCD 象元，焦距：30mm±2mm。

6、根据权利要求 5 所述的大口径线阵哈特曼波前传感器，其特征在于所述的阶梯形分束反射器由三个平面反射镜组块粘接而成，分别为第一平面反射镜组块、第二平面反射镜组块、第三平面反射镜组块。

7、根据权利要求 6 所述的大口径线阵哈特曼波前传感器，其特征在于所述的第一平面反射镜组块和第二平面反射镜组块上的平面反射面之间的间隔为 3cm，第二平面反射镜组块及第三平面反射镜组块上的平面反射面之间的间隔为 3cm。

## 大口径线阵哈特曼波前传感器

### 技术领域

本发明属于一种哈特曼波前传感器，具体涉及一种大口径线阵哈特曼波前传感器。

### 背景技术

光学层析是一种先进的得到透明气体流场密度（温度、组份）分布的非接触（介入）定量测量方法，这些方法必须采用探测器获取不同角度方向的投影数据，常选用具有对振动不敏感优点的哈特曼波前传感器。特别在高速的流场层析测量中，线阵哈特曼波前传感器是理想的获取投影数据的探测器。

现有的一种采用哈特曼波前传感器作为探测器的高速层析系统，它直接利用线阵CCD的孔径，微透镜阵列的长度与线阵CCD相机匹配，前面不设置激光缩束装置，测量一个小于3cm的区域；实际被测的流场空间范围往往较大（直径范围达到10cm），如果直接采用现有的探测器只能得到局部投影数据，无法进行重构计算。为了准确测量，单个方向投影需大口径激光束覆盖，可以采用现有的线阵哈特曼波前传感器接收前缩束的方法，一般由反向放置的大口径激光扩束望远镜（通常所谓的激光扩束准直器）来实现。大口径激光扩束望远镜，由于激光束发散角较小，要校正的像差主要为轴上球差及正弦差，故要采用非球面单透镜，加工成本高；如果要应用于几种不同波长的探测激光的测量场合，要考虑减小色差；这样使整个激光扩束望远镜体积较大，安装调试不便。而且，将整个观测范围缩束到一个微透镜阵列和CCD相机孔径，要提高测量的空间分辨率，须更多数量微透镜的微透镜阵列和更高分辨率的CCD相机，更多数量微透镜的微透镜阵列加工难度大，且加工工艺和精度不易控制，CCD相机的高分辨率则受当前技术的限制，使得提高测量的空间分辨率非常困难。

### 发明内容

本发明所要解决的技术问题是克服上述现有技术的缺陷，提供一种光路调试方便，配置灵活，空间分辨率高，加工工艺性好，制造成本低的大口径线阵哈特曼波前传感器。

本发明为解决上述技术问题采用下述技术方案。一种大口径线阵哈特曼波前传感器，包括柱面微透镜阵列和线阵CCD探测器，其特征在于在柱面微透镜阵列前设置有将大口径探测光束分束的阶梯形分束反射器，该阶梯形分束反射器由二个或二个以上的平面反射镜组块粘接而成，所述的每一平面反射镜组块有一个端面为平面反射面，二个或二个以上的平面反射面组成阶梯形反射面，所述的柱面微透镜阵列和线阵CCD探测器的数量与平面反射镜组块的数量相同，线阵CCD探测器平行设置于柱面微透镜阵列之后。

所述的平面反射面为  $45^{\circ}$  反射面, 该  $45^{\circ}$  反射面与柱面微透镜阵列和线阵 CCD 探测器的光轴成  $45^{\circ}$  夹角。

所述各线阵 CCD 探测器与同步驱动电路相连接。同步驱动电路是由外部通用时钟产生电路产生的输出驱动时钟及输出极置位通过电路并联连接而成, 对每个线阵 CCD 探测器产生相同的同步驱动信号。

本发明的线阵 CCD 探测器可采用 Dalsa IL-P3-B 线阵 CCD 图象传感器, 象元为 512, 1024, 2048; 柱面微透镜阵列列阵数:  $28 \times 1$ , 每个柱面微透镜子孔径尺寸:  $602\mu\text{m} \times 3\text{mm}$ , 覆盖 21 个 CCD 象元, 焦距:  $30\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 。阶梯形分束反射器由三个平面反射镜组块粘接而成, 分别为第一平面反射镜组块、第二平面反射镜组块、第三平面反射镜组块。

与现有技术相比, 本发明的有益效果在于: 由于不使用大口径激光扩束望远镜, 而采用加工方便而精度高的  $45^{\circ}$  平面反射镜组块粘接而成、可将大口径探测光束分束的阶梯形分束反射镜, 降低了系统的体积和成本, 目前的光学加工工艺很容易保证平面镜的加工精度, 确保非常微小的像差。由于用分束反射镜将大口径探测光束分束, 并且具有可根据实际被测的流场空间范围确定平面反射镜组块数量即分束数的优势, 增加了配置的灵活性, 将现有技术中的由一个线阵 CCD 探测器探测的区域分成数个线阵 CCD 探测器来探测, 将空间分辨率提高了数倍。柱面微透镜阵列采用柱面微透镜, 各个小口径柱面微透镜阵列和线阵 CCD 分开摆置, 方便光路调试。本发明还配置共同的信号读出驱动实现 CCD 同步输出, 使得高速图象数据可靠。

综上所述, 本发明具有光路调试方便、配置灵活、空间分辨率高、加工工艺性好、制造成本低等特点。

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

## 附图说明

图1为本发明的结构示意图;

图2为阶梯形分束反射器的结构示意主视图;

图3为阶梯形分束反射器的结构示意右视图;

图4为柱面微透镜阵列和线阵 CCD 探测器的结构示意主视图;

图5为柱面微透镜阵列和线阵 CCD 探测器的结构示意右视图;

图6是线阵 CCD 探测器的同步驱动电路连接示意图。

图中各标号表示:

- |           |              |             |
|-----------|--------------|-------------|
| 1、大口径探测光束 | 2、被测流场       | 3、阶梯形分束反射器  |
| 4、柱面微透镜阵列 | 5、线阵 CCD 探测器 | 6、第一平面反射镜组块 |

7、第二平面反射镜组块 8、第三平面反射镜组块 9、反射面。

### 具体实施方式

如图1~3所示,本发明的大口径线阵哈特曼波前传感器,包括柱面微透镜阵列4和线阵CCD探测器5,在柱面微透镜阵列4前设置有将大口径探测光束分束的阶梯形分束反射器3,该阶梯形分束反射器3可由二个或二个以上的平面反射镜组块粘接而成,每一平面反射镜组块有一个端面为平面反射面9,各组块的长度不同,以粘接成阶梯形分束反射器3,且由二个或二个以上的平面反射面9组成阶梯形反射面。目前的光学加工工艺很容易保证这些平面反射镜组块的加工精度,确保非常微小的像差。柱面微透镜阵列4和线阵CCD探测器5的数量与平面反射镜组块的数量相同,线阵CCD探测器5平行设置于柱面微透镜阵列4之后。上述平面反射面9为 $45^{\circ}$ 反射面,该 $45^{\circ}$ 反射面与柱面微透镜阵列4和线阵CCD探测器5的光轴成 $45^{\circ}$ 夹角。

本发明通过阶梯形分束反射器3将大口径探测光束分束为与平面反射镜组块数量相同的分光束,可根据实际被测的流场空间范围确定平面反射镜组块数量即分束数,配置灵活。本实施例中,平面反射镜组块设置为三个,分别为第一平面反射镜组块6、第二平面反射镜组块7和第三平面反射镜组块8;相应地,柱面微透镜阵列4和线阵CCD探测器5的数量均为三个。大口径探测光束1以 $45^{\circ}$ 入射角入射至阶梯形分束反射器3,经第一平面反射镜组块6、第二平面反射镜组块7及第三平面反射镜组块8以 $45^{\circ}$ 反射角反射分解为三束光束,再分别垂直于柱面微透镜阵列4入射至对应的柱面微透镜阵列4和线阵CCD探测器5中,得到投影数据。

本发明采用阶梯形分束反射器3将大口径探测光束1分束,每一分束之间间隔由各平面反射镜组块之间的间隔D确定(如图1、2所示),该间隔D根据实际光路需要和柱面微透镜阵列4、线阵CCD探测器5的几何尺寸确定。本实施例中,线阵CCD探测器5采用Dalsa IL-P3-B线阵CCD图象传感器,有512, 1024, 2048象元等空间分辨率选择。柱面微透镜阵列4列阵数:  $28 \times 1$ , 每个柱面微透镜子孔径尺寸:  $602\mu\text{m} \times 3\text{mm}$ , 覆盖21个CCD象元, 焦距:  $30\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 。间隔D取值为3cm, 则每一分束之间间隔为3cm。对每一个分束,用小口径的柱面微透镜阵列4和线阵CCD探测器5探测,该分束光束垂直于小口径柱面微透镜阵列4入射,柱面微透镜阵列4与线阵CCD探测器5平行,如图4、5所示。分束反射镜的分束使得各个小口径柱面微透镜阵列4和线阵CCD探测器5分开摆置,方便光路调试。同时采用各CCD同步输出,保证高速采集的图象数据可靠。各线阵CCD探测器的同步输出的实现是给每个CCD探测器相同的同步驱动信号,由外部通用时钟产生电路产生的输出驱动时钟及输出极置位通过电路并联连接,对每个线阵CCD探测器产生相同的同步驱动信

号；如图6所示，由外部通用时钟产生电路产生的输出驱动时钟1 Clock drive 1、输出驱动时钟2 Clock drive 2及输出极置位Output reset，通过电路并联连接，给三个线阵CCD探测器5相同的同步驱动信号，实现CCD同步输出。

本发明的工作过程为：大口径探测光束 1 穿过被测流场 2 后以  $45^{\circ}$  入射角入射至阶梯形分束反射器 3，被阶梯形分束反射器 3 经三个平面反射镜组块以  $45^{\circ}$  反射角反射分解为三束光束，再分别垂直于柱面微透镜阵列 4 入射至对应的柱面微透镜阵列 4 和线阵 CCD 探测器 5 中。每一分束之间间隔为 3cm，通过在粘接阶梯形分束反射器 3 时使图 2 中 D 为 3cm 来实现。每一分束被相应的柱面微透镜阵列 4 和线阵 CCD 探测器 5 探测。

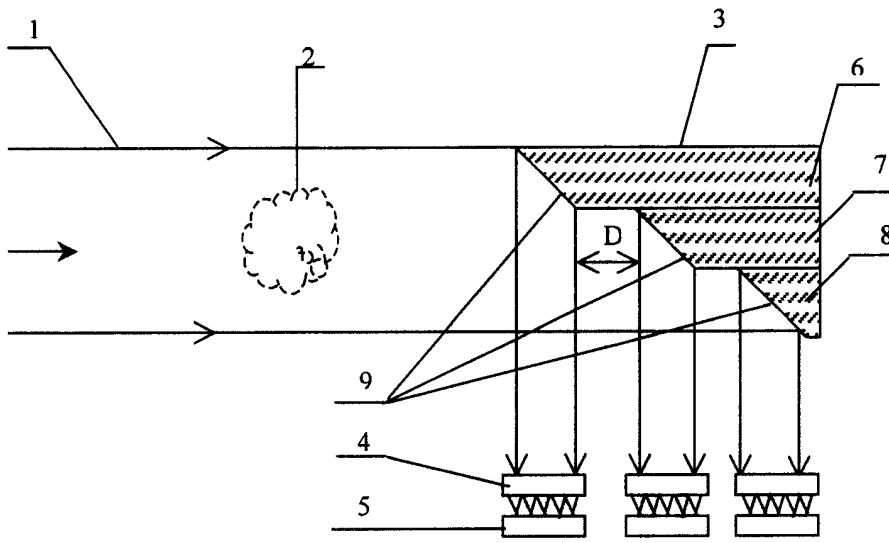


图 1

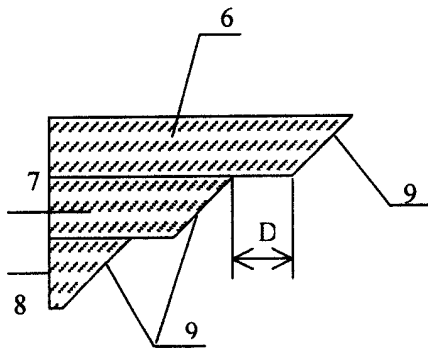


图 2

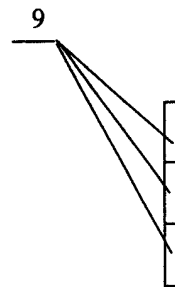


图 3

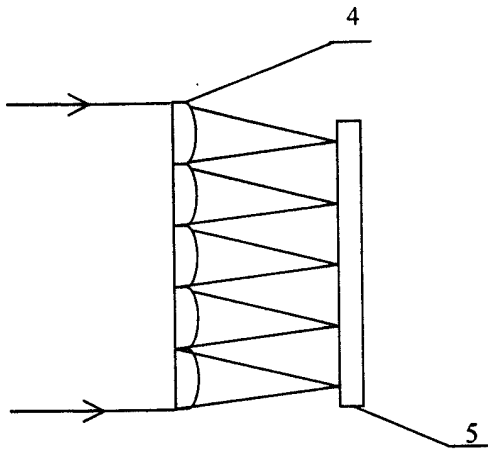


图4

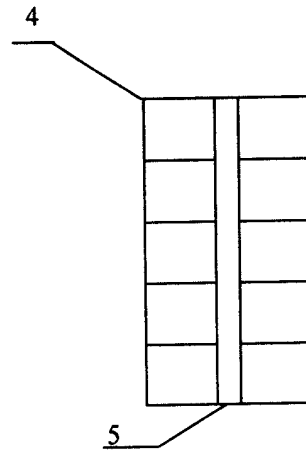


图5

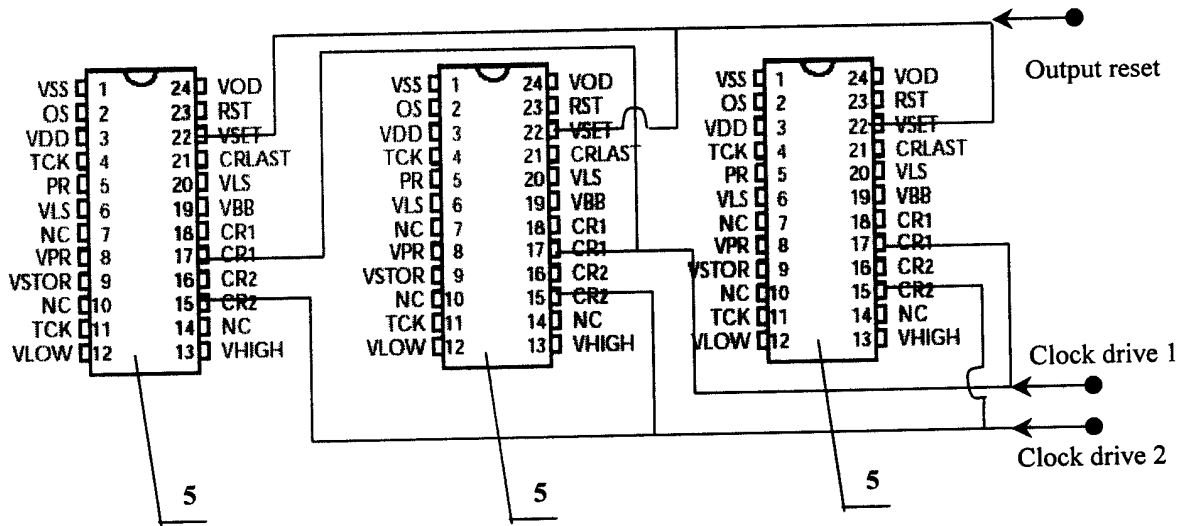


图6